



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

**“LAS RAZAS OVINAS DE CARNE ALIMENTADAS CON DIETAS  
A BASE DE NOPAL”**

**Trabajo de titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR:** GEOVANNY MARCELO PAULA HUACHO.

**DIRECTOR:** ING. MARITZA LUCÍA VACA CÁRDENAS. M. G.

**Riobamba – Ecuador**

**2021**

**© 2021, Geovanny Marcelo Paula Huacho**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, **GEOVANNY MARCELO PAULA HUACHO**, declaro que el presente trabajo de titulación tipo proyecto de investigación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 30 de noviembre del 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Geovanny', with a stylized flourish above it.

Geovanny Marcelo Paula Huacho

C.C. 060425260-1

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTECNIA**

El tribunal del trabajo de titulación científica que: El trabajo de investigación: Tipo: Investigativo, “**LAS RAZAS OVINAS DE CARNE ALIMENTADAS CON DIETAS A BASE DE NOPAL**”, de responsabilidad del señor: Geovanny Marcelo Paula Huacho, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

|  | <b>FIRMA</b>  | <b>FECHA</b> |
|--|---|--------------|
| Ing. Luis Antonio Velasco Matveet. MsC<br><br><b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>             |  <p>Firmado digitalmente por LUIS ANTONIO VELASCO MATVEEV, DN: c=EC, o=SERVICIOSA, Nombre de reconocimiento=serialNumber=0602887424, cn=LUIS ANTONIO VELASCO MATVEEV<br/>Fecha: 2022.01.11 16:27:57 -05'00</p> | 30/11/2021   |
| Ing. Maritza Lucía Vaca Cárdenas. M. G.<br><br><b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b> |  <p>Firmado electrónicamente por: MARITZA LUCIA VACA CARDENAS</p>   | 30/11/2021   |
| Ing. Luís Andrés Tello Flores<br><br><b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>                         |  <p>Firmado electrónicamente por: LUIS ANDRES TELLO FLORES</p>  | 30/11/2021   |

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar esta tesis a mi abuela Angélica Aguayo (+) por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; mis logros se los debo a ella entre los que se incluye este. Gracias por sus enseñanzas, por su apoyo incondicional y por siempre buscar ofrecerme lo mejor, trabajo muy duro y sin importar el cansancio del día a día tenía una sonrisa que ofrecer a su familia. En todo paso que he dado en mi vida siempre me ha cuidado con su bendición, por eso y por muchas cosas más le agradezco y le dedico este nuevo triunfo. Le quiero mucha mamá Angelita.

***Geovanny Paula***

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios por permitirme culminar con satisfacción esta etapa de mi vida, a mi familia por su apoyo incondicional en todo mi proceso de formación académica, a mis docentes, compañeros y en general a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por permitirme cumplir un gran sueño como es el de ser Ingeniero Zootecnista.

*Geovanny Paula*

## TABLA DE CONTENIDO

|  |     |
|--|-----|
| ÍNDICE DE TABLAS .....   | ix  |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....  | x   |
| RESUMEN .....  | xi  |
| ABSTRACT .....   | xii |
| INTRODUCCIÓN .....   | 13  |
| CAPÍTULO I.....  | 15  |
| 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....                                 | 15  |
| 1.1. Caracterización del ovino de carne.....                       | 15  |
| 1.2. Razas de Biotipo Cárnico .....                                | 15  |
| 1.2.1. <i>Raza Katahdin</i> .....                                  | 15  |
| 1.2.2. <i>Raza Pelibuey</i> .....                                  | 16  |
| 1.2.3. <i>Raza Dorper</i> .....                                    | 17  |
| 1.2.4. <i>Raza Santa Inés</i> .....                                | 18  |
| 1.3. Antecedentes del uso de nopal en alimentación de ovinos ..... | 19  |
| 1.3.1. <i>Generalidades</i> .....                                  | 19  |
| 1.3.2. <i>Origen y distribución</i> .....                          | 20  |
| 1.3.3. <i>Taxonomía del nopal</i> .....                            | 20  |
| 1.3.4. <i>Características morfológicas y fisiológicas</i> .....    | 21  |
| 1.3.4.1. <i>Raíz</i> .....   | 21  |
| 1.3.4.2. <i>Tallos</i> .....                                       | 21  |
| 1.3.4.3. <i>Flor</i> .....   | 21  |
| 1.3.4.4. <i>Fruto</i> .....  | 21  |
| 1.3.5. <i>Cultivo</i> .....  | 22  |
| 1.3.5.1. <i>Formas de reproducción</i> .....                       | 22  |
| 1.3.5.2. <i>Selección de material vegetativa</i> .....             | 23  |
| 1.3.5.3. <i>Tratamiento del material vegetativo</i> .....          | 23  |

|                          |  |    |
|--------------------------|--|----|
| 1.3.6.                   | <i>Reparación del terreno</i> .....  | 23 |
| 1.3.7.                   | <i>Trazo de plantación</i> .....   | 24 |
| 1.3.8.                   | <i>Época de plantación</i> .....   | 24 |
| 1.3.9.                   | <i>Densidad de plantación</i> .....  | 24 |
| 1.3.10.                  | <i>Plantación</i> .....  | 25 |
| 1.3.11.                  | <i>Labores culturales</i> .....  | 25 |
| 1.3.12.                  | <i>Fertilización</i> .....   | 26 |
| 1.3.13.                  | <i>Podas</i> .....   | 26 |
| 1.3.14.                  | <i>Riego</i> .....   | 26 |
| 1.3.15.                  | <i>Plagas y enfermedades</i> .....   | 27 |
| 1.3.16.                  | <i>Importancia socioeconómica del nopal</i> .....  | 27 |
| 1.3.17.                  | <i>Composición química del nopal</i> .....   | 28 |
| 1.3.18.                  | <i>Variedades</i> .....  | 28 |
| 1.3.19.                  | <i>Sistemas de cosecha como fuente de forraje</i> .....  | 29 |
| 1.3.20.                  | <i>Análisis bromatológico</i> .....  | 30 |
| 1.4.                     | <b>El nopal en la alimentación animal</b> .....  | 31 |
| 1.4.1.                   | <i>En Porcinos</i> .....   | 31 |
| 1.4.2.                   | <i>En Rumiantes</i> .....  | 31 |
| 1.4.2.1.                 | <i>En Bovinos</i> .....  | 33 |
| 1.4.2.2.                 | <i>En Ovinos</i> .....   | 34 |
| 1.4.3.                   | <b>Variables productivas en ovinos</b> .....   | 35 |
| 1.4.3.1.                 | <i>Consumo de materia seca</i> .....   | 35 |
| 1.4.3.2.                 | <i>Ganancia de peso</i> .....  | 35 |
| 1.4.3.3.                 | <i>Conversión alimenticia</i> .....  | 35 |
| 1.4.4.                   | <i>Requerimientos nutricionales en ovinos</i> .....  | 35 |
| 1.4.5.                   | <i>Características productivas, digestivas y calidad de canal de ovinos en engorda alimentados con nopal</i> ..... | 36 |
| <b>CAPÍTULO II</b> ..... |  | 38 |

|               |   |           |
|---------------|---|-----------|
| <b>2.</b>     | <b>METODOLOGÍA .....</b>                                    | <b>38</b> |
| <b>2.1.</b>   | <b>Búsqueda de información bibliográfica .....</b>          | <b>38</b> |
| <b>2.2.1.</b> | <i>Criterios de selección .....</i>                         | <i>39</i> |
| <b>2.2.2.</b> | <i>Métodos para sistematización de la información .....</i> | <i>40</i> |
|               | <b>CAPÍTULO III.....</b>                                    | <b>41</b> |
| <b>3.</b>     | <b>RESULTADOS DE INVESTIGACIONES Y DISCUSIÓN .....</b>      | <b>41</b> |
| <b>3.1.</b>   | <b>Dietas a base de nopal .....</b>                         | <b>41</b> |
| <b>3.1.1.</b> | <i>Análisis de las variables productivas .....</i>          | <i>41</i> |
|               | <b>CONCLUSIONES .....</b>                                   | <b>47</b> |
|               | <b>RECOMENDACIONES .....</b>                                | <b>48</b> |
|               | <b>BIBLIOGRAFÍA</b>   |           |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                     |   |    |
|---------------------|---|----|
| <b>Tabla 1 – 1:</b> | Taxonomía del nopal .....                                       | 22 |
| <b>Tabla 2 – 1:</b> | Análisis bromatológico .....                                    | 33 |
| <b>Tabla 3 – 1:</b> | Requerimiento diario de nutrientes en ovinos.....               | 38 |
| <b>Tabla 1 – 3:</b> | Parámetros de las investigaciones citadas.....                  | 43 |
| <b>Tabla 2 – 3:</b> | Comparación de la variable consumo diario de materia seca ..... | 44 |
| <b>Tabla 3 – 3:</b> | Comparación de la variable ganancia de peso gramos/ día... ..   | 45 |
| <b>Tabla 4 – 3:</b> | Comparación de la variable conversión alimenticia .....         | 47 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1 - 1:</b> Ovino Raza Katahdin.....    | 17 |
| <b>Figura 2 - 1:</b> Ovino Raza Pelibuey.....    | 18 |
| <b>Figura 3 - 1:</b> Ovino Raza Dorper .....     | 19 |
| <b>Figura 4 - 1:</b> Ovino Raza Santa Inés ..... | 20 |
| <b>Figura 5 - 1:</b> Nopal.....                  | 21 |

## RESUMEN

El presente proyecto de revisión bibliográfica tuvo como objetivo estudiar las principales dietas a base de nopal utilizadas en la alimentación de las razas ovinas de carne, se lo llevó a cabo mediante la búsqueda de información en diferentes bases de datos científicos como es Scielo, Google Académico, Repositorio de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro de México, trabajos de titulación y artículos científicos. Las variables consultadas fueron Consumo diario de materia seca (CDMS), Ganancia diaria de peso (GDP), Conversión alimenticia (CA); los resultados indican que para que los ovinos tengan mayor ingesta de Materia Seca el nopal debe ser parcialmente incluido en un 25% en la dieta a más de otros ingredientes para ayudar en la palatabilidad de la misma; para Ganancia de Peso los datos obtenidos reflejan el mejor resultado en la suministración de un 10% de cladodios de opuntia picados y chamuscados, obteniendo una ganancia de peso de 254 g/d; para Conversión Alimenticia el mejor resultado obtenido es el de 3.85 kg. con su dieta de 45% de concentrado y el 55% restante corresponde a la proporción de ensilaje de nopal. Por tanto, la mejor dieta a base de nopal a ser suministrada en ovinos de carne es ensilaje en su proporción de (75% ensilaje de maíz + 25% ensilaje de nopal y vaina de mezquite) más concentrado (grano de sorgo, pasta de soya, granos secos de destilería, sebo, minerales y urea; que contiene 20.0% PC y 2.9 Mcal. EM/kg); es decir se obtiene por cada 3.85 kg. de alimento consumido 1 kg. de peso adquirido, con una ganancia de 250 gramos por día. Se concluye que, el uso de una dieta con las especificaciones anteriores es una alternativa efectiva para el engorde de ovinos en zonas donde hay disponibilidad del nopal.

**Palabras clave:** <OVINOS DE CARNE>, <OPUNTIA>, <NOPALEA>, <CLADODIO>, <FORRAJE>, <ALTERNATIVA SUSTENTABLE>. <ENSILAJE>.



Firmado electrónicamente por:  
**HOLGER GERMAN  
RAMOS UVIDIA**

1075-DBRA-UPT-2021

2021-04-27

## ABSTRACT

The objective of this bibliographic review project was to study the main nopal-based diets used in the feeding of meat sheep breeds. This revision was done by searching for information in different scientific databases such as Scielo, Google Scholar, Repository of the Autonomous Agrarian University Antonio Narro of Mexico, degree works and, scientific articles. The variables consulted were daily dry matter intake (DMAI), daily weight gain (DWG), feed conversion ratio (FCR). The results showed that for sheep to have a higher dry matter intake, nopal should be partially included in the diet (25%), in addition to other ingredients to help in the palatability of the diet. For weight gain, the data obtained reflect the best result in the supply of 10% of chopped and scorched opuntia cladodes, obtaining a weight gain of 254 g/d; for feed conversion, the best result obtained is 3.85 kg. with a diet of 45% concentrate and the remaining 55% corresponds to the proportion of nopal silage. The best diet based on nopal to be fed to meat sheep is silage in its proportion of (75% corn silage + 25% nopal silage and mesquite pods), plus concentrate (sorghum grain, soybean paste, dried distillers grains, tallow, minerals and, urea; which contains 20.0% CP and 2.9 Mcal. EM/kg); that is, for every 3.85 kg. of feed consumed, 1 kg. of acquired weight is obtained, with a gain of 250 grams per day. This study concluded that using a diet with the above specifications is an effective alternative for fattening sheep in areas where prickly pear cactus is available.

**KEYWORDS:** <MEAT SHEEP> <NOPALEA> <FATTENING> <FORAGE> <CLADODY>.

0602758450  
MARIA  
GUADALUPE  
ESCOBAR  
MURILLO

Firmado digitalmente  
por 0602758450  
MARIA GUADALUPE  
ESCOBAR MURILLO  
Fecha: 2021.10.11  
23:36:38 -05'00'

## INTRODUCCIÓN

El aumento de la población mundial y el creciente requerimiento de alimentación hace que se planteen propuestas en torno a investigaciones concernientes a enfrentar un futuro desabastecimiento de productos alimenticios para consumo humano; la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO,2019), advierte que entre los principales alimentos de consumo masivo se encuentra la carne de bovino y de ovino, y que muestran una reversión de consumo a corto plazo. La sociedad que está en continuo crecimiento poblacional seguirá consumiendo grandes cantidades de productos agropecuarios en su estado natural, así como también procesados. En los próximos diez años, la mayoría del requerimiento adicional de productos alimenticios procederá de países con un alto crecimiento poblacional, en especial África subsahariana, India y la zona de África del Norte y Oriente Medio (FAO,2019).

El dispendio de carne de ovino en el mundo comprende una gran diversidad dentro de los productos y la oferta gastronómica, pero continúa siendo una fuente alimenticia muy cotizada y de muy buena calidad para diversas dietas (FAO, 2019). La comercialización internacional de carne ovina es parcialmente limitada, siendo solamente el 12% de la producción. El mayor exportador es Nueva Zelanda sobrepasando el 50% del total. Argentina tiene un 2% del mercado mundial (Animal, 2015, p.10).

Una de las características principales de la explotación ovina es su gran adaptación a las diferentes topografías de terrenos, al ser animales de pesos ligeros y talla pequeña en relación con otros rumiantes, disminuye la compactación del suelo, además se destaca la capacidad de adaptarse a condiciones climáticas adversas y a diferentes tipos y calidad de forrajes. Generalmente las explotaciones ovinas son empresas familiares que se encuentran frecuentemente en áreas menos productivas y aportan ventajas ambientales, nutricionales o socioeconómicas (Mestra et al., 2019, pp.871-884). Esta labor se ha establecido como fuente de alimento y una alternativa natural de subsistencia para la población del sector rural, aportando a la seguridad alimentaria.

La investigación biofísica en sistemas de producción animal, en particular los ovinos para la producción de carne con destino a los mercados locales, nacionales e internacionales, requiere de una caracterización tecnológica y socioeconómica (Mestra et al., 2019, pp.871-884).

Los emprendimientos de explotaciones ovinas deben estar sustentados con la obtención de forraje, con el establecimiento de pasturas perennes y verdes, donde se fertilice según la estructura del

suelo y además se realice prácticas de conservación de forraje como la henificación y así poder asegurar un buen manejo de los animales (Animal, 2015, p.11).

Los ovinos son animales que están adaptados por naturaleza a pastorear sobre praderas nativas que les abastecen con plantas forrajeras, además se adaptan muy bien a pastos cortos y finos (Animal, 2015, p36.). La investigación de especies vegetales idóneas para implantar en zonas áridas se ha visto como una preocupación constante de la mayor parte de gente que habita en ambientes complicados. Las cactáceas cumplen con la gran parte de los requerimientos como unforraje tolerante a sequía (Mondragon y Jacobo, 2002, p. 92).

Por lo mencionado anteriormente se han realizado algunos estudios enfocados en la investigación de dietas a base de la Opuntia o nopal como una alternativa en la alimentación de los ovinos, siendo una de las mejores especies vegetales para implantar en zonas áridas, sin embargo esta no cumple con los requerimientos nutritivos que los animales necesitan, por tanto se le debe adicionar aditivos a la dieta o a su vez recurrir a métodos de conservación para mejorar el contenido nutricional de la alimentación que se suministrara a los animales.

En el futuro las regiones áridas y semiáridas del mundo dependerán del desarrollo de sistemas agrícolas sustentables y de la plantación de cultivos idóneos. Los cultivos para estas zonas deben tolerar la baja temperatura y especialmente la sequía y poca fertilidad del suelo. Algunas especies vegetales como los nopales abarcan la mayoría de estos requerimientos y tiene gran importancia para la economía de las zonas áridas, ya sea para condiciones de subsistencia o como para las orientadas al mercado (Nefzaoui y Salem, 2017).

Es así que buscando optimizar no solo la productividad de las razas ovinas de carne sino también el aprovechamiento máximo de la opuntia o nopal y tomando en cuenta que la deforestación, el monocultivo, el sobrepastoreo y la contaminación ambiental han convertido las tierras cultivables en tierras áridas; surge la presente investigación bibliográfica que plantea determinar las diferentes dietas y los porcentajes de nopal y otras materias primas que contribuyen a la obtención de convenientes parámetros productivos en los ovinos de carne.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Caracterización del ovino de carne

Son animales pequeños en talla, pero con grandes pesos, de gran acrecentamiento de los diámetros transversales, tienen pecho ancho, leve caída de la grupa, la cabeza es ancha y corta por lo que son braquicéfalos, cuello corto y fuerte, poseen cuerpo cilíndrico compacto, costillas bien arqueadas y de orientación bien vertical, los huesos cortos y pesados (debido a que se hallaban en zonas de fácil acceso al agua y alimentos), sus miembros anteriores y posteriores son cortos y bien separados entre sí por grandes masas musculares, en especial en la zona de la pierna y el ángulo perine-garrones. Desde la vista posterior se observa una U invertida (Pastorelli, 2013, p.2).

#### 1.2. Razas de biotipo cárnico

##### 1.2.1. Raza Katahdin

En la siguiente figura se indica una fotografía de un ovino de raza Katahdin.



**Figura 1 – 1.** Ovino Raza Katahdin

**Fuente:** (El Nogal, 2013)

Los ovinos de la raza Katahdin son resistentes, se adaptan muy bien a diferentes regiones, son de bajo mantenimiento, sus crías poseen un alto contenido de carne y bajos porcentajes de grasa. Estos ovinos se pueden adaptar a diferentes tipos de sistemas de manejo para su producción. Las hembras de esta raza poseen características reproductivas que destacan de

otras, como una habilidad maternal extraordinaria y además tienen crías con facilidad. Los corderos al nacer son vigorosos y no tienen dificultad al momento del parto. Esta raza es perfecta para pastoreo, cría de corderos y en especial para su manejo en sistemas basados en la combinación pasto/forraje. En épocas de invierno o con temperaturas bajas, desarrollan una capa de pelo muy gruesa, esta la pierden en el transcurso de cambio a las estaciones más cálidas. Su suave pelaje y otras propiedades de adaptación que posee esta raza les permiten soportar bien la humedad y las altas temperaturas. Los ovinos de la raza Katahdin tienen más tolerancia a los parásitos en relación a los ovinos de razas de biotipo lana. (Sánchez, 2012, p.7).

### **1.2.2. Raza Pelibuey**

En la siguiente figura se muestra una fotografía de un ovino de la raza Pelibuey.



**Figura 2 - 1.** Ovino Raza Pelibuey

Fuente: (Garza, 2015)

Los ovinos Pelibuey son de las principales razas que podemos encontrar en Latinoamérica, siendo su hábitat natural las zonas cálidas: tropicales, subtropicales e inclusive las regiones áridas. Los machos de la raza Pelibuey tienen de 8 a 9 cm más largos que las hembras. Estos ovinos tienen una cola medianamente larga, los machos tienen una leve melena mientras que las hembras no la poseen. Los pesos para la etapa adulta en machos van entre los 45 y 60 kg y para las hembras están entre los 37 y 47 kg, mientras que los pesos al nacimiento marcan un promedio de 2.8 kg, en ocasiones estos pesos son más elevados en las hembras de segundo parto. Los pesos que se

toman al destete difieren según la lactancia (generalmente 60 y los 90 días) y están entre los 11 a 16 kg (Gonzalez, 2017).

Las ganancias de pesos que se obtienen en el transcurso de la lactancia y post destete también presentan diferencias, ya que ambas van de la mano del manejo tanto de la madre como de la cría. En sistemas de producción estabulados y con un sistema de alimentación a base de forraje más suplemento se alcanza de 250 y 350 g/día por animal y en sistema de solo pastoreo se puede llegar a los 102 y 119 g/día (Gonzalez, 2017).

### **1.2.3. Raza Dorper**

En la subsiguiente figura se indica una fotografía de un ovino de la raza Dorper.



**Figura 3 - 1.** Ovino Raza Dorper

**Fuente:** (Garza, 2015)

Los ovinos de la raza Dorper, se caracterizan especialmente por su alta capacidad de convertir el alimento a carne, además, entre otras características extraordinarias como: conformación, rendimiento de la canal, velocidad de crecimiento y en especial su fácil adaptación a distintos ambientes, lo que ha permitido colocarla como una de las razas más demandadas para emplearla en cruzamientos. Se puede encontrar a esta raza en países de climas fríos como Alemania y Canadá, países tropicales como el Caribe y Brasil y áridos como Sudáfrica, México, Namibia y Australia (Verdoljak et al., 2018).

#### 1.2.4. Raza Santa Inés

A continuación, se presenta una fotografía de un ovino de raza Santa Inés.



**Figura 4 - 1.** Ovino Raza Santa Inés

**Fuente:** (Genescol, 2016)

Esta raza que no presenta lana tiene como origen el desierto brasilero, se trata de una de las razas de pelo con más importancia en la producción y comercialización de carne de cordero en países como Brasil y Colombia, con amplia difusión especialmente en los climas tropicales. Desde hace unos años atrás se desarrolla la cría de esta raza en las provincias de Misiones, Chaco, Corrientes y Formosa, pero sin mayor difusión (Martínez y Ferrari, 2017).

La raza Santa Inés con una alimentación en base a pastos nativos puede alcanzar a los 360 días pesos promedios de 38 kg. Los pesos medios en los corderos al nacimiento pueden llegar a 3,5 kg, al destete a los 110 días un peso de 19 kg y a los 200 días de edad 25 kg. El macho adulto consigue con facilidad los 80 kg y en algunos casos pueden alcanzar los 100kg (Martínez y Ferrari, 2017).

Se caracterizan por su piel que es de una de las mejores calidades, además por bajo contenido de grasa. Esta raza es rustica y precoz, se acostumbran a cualquier tipo de sistema de cría y forraje. Destaca su excelencia en el desempeño cárnico y con excelentes habilidades maternas lo cual permite obtener corderos con óptimos desempeños tanto en estabulación como en pastoreo,

además, poseen mayor fortaleza a enfermedades por parásitos gastrointestinales. Los animales para sacrificio poseen una ternura excepcional, carne magra con porcentajes de colesterol y grasa bajos en comparación a las razas de lana que se utilizan para la producción de carne (Martínez y Ferrari, 2017).

### 1.3. Antecedentes del uso de nopal en alimentación de ovinos

#### 1.3.1. Generalidades

Los nopales son parte del reino plantae con más especies y una extensa distribución de los cactus; los botánicos realizaron una clasificación de dos grupos: *Opuntia* y *Nopalea*. No obstante, los tallos de ambos grupos son muy similares, pero la forma de las flores es diferente. Las del género *Opuntia* tienen forma de copas con pétalos pequeños y son polinizadas por insectos, mientras que las de *Nopalea* tiene forma elongada con su pistilo y estambres alargados y sobresalientes, y son polinizadas por los colibríes (México, 2017).



**Figura 5 - 1.** nopal

**Fuente:** (En Segundos, 2017)

La altura del nopal (*Opuntia ficus*) mide entre 1,5 y 3 metros de altura. Los tallos (cladodios o “palas”) son aplanados con un distintivo color verde grisáceo. Las flores son de color amarillo y los frutos varían de color entre el amarillo, púrpura y rojo, envuelven pequeñas semillas que por lo general se mastican con la pulpa del fruto. Este cultivo se establece por medio de semillas, pero también puede propagarse con mayor facilidad de manera vegetativa, es decir con los tallos desprendidos de la misma (FAO, 2020).

En México, nación con múltiples culturas, tiene un amplio uso el nopal, principalmente en la alimentación (ensaladas), la producción animal, la construcción, la ciencia, el arte, la estética y otros campos más, por esta razón la planta con forma de raqueta espinada sorprende transversalmente a todos los ciudadanos de este país (México, 2017).

### 1.3.2. Origen y distribución

Las cactáceas tienen su origen en América, en la actualidad se distingue una gran diversidad de condiciones climáticas para cultivar, en forma mecanizada o ya sea silvestre, en todo el continente americano, además, se han extendido a los demás continentes como África, Asia, Europa y Oceanía, en donde a su vez se cultivan o se encuentran de manera silvestre (Méndez, 2014, p.7).

Las plantas de estos géneros son originarias de diferentes ambientes, que van desde las zonas cálidas al nivel del mar hasta zonas altas como los Andes del Perú, o como las zonas tropicales de México en donde las temperaturas oscilan siempre por encima de los 5 °C hasta territorios como Canadá donde en el invierno llegan temperaturas a -30 °C, por este motivo, estas especies son una alternativa de recurso genético y sobre todo de gran interés para zonas ecológicas con gran diversidad (Méndez, 2014, p.7).

Por sus características y bondades descritas anteriormente este tipo de especie vegetal forma parte del paisaje natural de los diferentes sistemas agrarios de muchas zonas y sitios del planeta, particularmente, existen tres principales sistemas de producción: vegetación de cactus silvestre, establecimiento en huertos familiares, cultivos comerciales mecanizados, las cactáceas se han adaptado e implantado correctamente en regiones áridas donde están caracterizadas las condiciones secas, precipitación errática y suelos con texturas pobres (Méndez, 2014, p.8).

### 1.3.3. Taxonomía del nopal

A continuación, se presenta la taxonomía del nopal.

**Tabla 1 – 1: Taxonomía del nopal**

| Reino      | Vegetal           |
|------------|-------------------|
| Subreino   | Vegetal           |
| División   | Angiospermae      |
| °Clase     | Dicotiledóneae    |
| Subclases  | Dialipétalas      |
| Orden      | <i>Opuntiales</i> |
| Familia    | Cactaceae         |
| Subfamilia | Opuntioideae      |

|        |                    |
|--------|--------------------|
| Tribu  | Opuntiae           |
| Género | Opuntia y Nopalera |

---

Fuente: (Hernández, 2016)

Realizado por: Paula Huacho, Geovanny. 2021

### **1.3.4. Características morfológicas y fisiológicas**

#### **1.3.4.1. Raíz**

El sistema radicular es perenne, superficial y de gran extensión; en las raicillas secundarias se encuentran pelos absorbentes, caducas, ya que su capacidad es limitada en la época con presencia de precipitaciones, por esto su estructura y desempeño le permite captar con eficacia la mayor cantidad de agua en los cortos lapsos de lluvias (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

#### **1.3.4.2. Tallos**

Los nopales que poseen artículos planos se denominan cladodios. Estos en estado tierno son poco lignificados y muy apetecidos (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

#### **1.3.4.3. Flor**

Las flores se diferencian por ser solitarias, diurnas, su apertura lo realizan en la base de los árboles que funcionan indistintamente como yemas florales o vegetativas. Se componen de un cáliz con tubo oval, que se une conjuntamente con el ovario y el limbo, se aprecian varios pétalos, algunos estambres persistentes, con los filamentos alargados, muy coloridos y anteras longitudinalmente dehiscentes; tienen un pistilo tubuloso y grueso que esta digitado en su extremo y forma varios lóbulos estigmáticos. Tonalidades de colores vivos y brillantes. Su polinización es por medio de lepidópteros, dípteros, insectos, himenópteros, hemípteros y coleópteros (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

Para la apertura de la flor tarda en promedio 55 días, después del apareamiento de las yemas florales, a su vez la flor está abierta durante 24 horas; se ha estimado que el momento de antesis, que es el punto exacto a partir del cual se inicia el conteo de la vida del fruto, es a los dos días, seguidamente de la apertura de la flor (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

#### **1.3.4.4. Fruto**

El fruto es carnoso y ovoide, cilíndrico con diferentes colores, umbilicada en su punta superior (cicatriz floral), con varios colchones de ahuates repartidos en tresbolillo, sus semillas son de diferentes colores (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

El nopal posee características morfológicas y fisiológicas que se adaptan al escaso acceso al agua, a los cambios extremos de temperatura y en general, a las condiciones que presentan los suelos áridos y semiáridos. Las principales particularidades de adaptaciones que les permiten el almacenamiento y la conservación del agua en sus tejidos son:

- Suculencia, se debe al gran desarrollo de los parénquimas lo cual permite almacenar agua en sus células.
- Su superficie foliar ha tenido cambios en la penca adulta, es espinosa y sus cladodios al ser planos y discoides, similares a una raqueta, representan los cuerpos más favorables para que no exista la evapo-transpiración.
- Metabolismo ácido crasuláceo (MAC), cuando en la fotosíntesis las estomas están cerradas durante el día y se abren durante la noche, con esto se evita la pérdida de agua por transpiración (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

### **1.3.5. Cultivo**

#### **1.3.5.1. Formas de reproducción**

##### **a. Reproducción sexual o por semilla**

Las plantas que se obtienen por medio de reproducción sexual llevan más tiempo en comenzar su propagación y resultan heterogéneas en algunas de sus características por originarse de polinización cruzada. Su valor radica en que se las puede utilizar en trabajos de mejoramiento genético (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

##### **b. Reproducción asexual o vegetativa**

Este método resulta más ventajoso desde el punto de vista comercial, esto se debe a que se mantienen las propiedades fenológicas de la planta madre. Las plantas que se obtienen por este método producen más rápido. Este modo de reproducción se puede realizar mediante dos sistemas que son por medio de pencas enteras o fracciones mínimas (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

#### **1.3.5.2. Selección de material vegetativa**

Los huertos donde se considera conseguir el material vegetativo deben tener un buen manejo, esto nos permitirá garantizar la calidad y sanidad de las pencas (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

La penca debe poseer buenas características morfológicas y de sanidad para ser seleccionada como material de propagación, tener presente las siguientes propiedades:

- Buen vigor para su desarrollo
- Libre de plagas y enfermedades
- Que no presenten deformaciones físicas en su estructura
- Que tengan una edad de 12 a 24 meses
- Que tengan como mínimo 30 cm de largo y 20 cm de ancho
- Que provengan de plantas de buen grosor y succulencia

(Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007)

#### **1.3.5.3. Tratamiento del material vegetativo**

Luego de haber cortado el material vegetativo que se seleccionó, se desinfecta los cortes con caldo bordelés al 2 %, que es una mezcla de cal, sulfato de cobre tribásico y agua, se ubica a media sombra por un lapso de 15 a 20 días, para que se ore y cicatrice, ubicando las pencas al suelo. Este proceso de oreamiento se puede realizar en el huerto de donde proviene, o bien en el lugar donde se va a hacer la plantación (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

#### **1.3.5.4. Reparación del terreno**

De acuerdo con la cantidad de cladodios que se implanta en el nopal de verdura, se presenta muy complicado hacer aflojes de suelo una vez ya implantado, por esta razón, es favorable una buena preparación de la tierra, anticipada a la siembra de la hortaliza. Es importante pasar la rastra cruzado y barbecho para que la tierra este bien suelta, tener presente que cuando se cuenta con un terreno plano; cuando se presentan pendientes más hondas, es oportuno realizar terrazas de 8 a 10 m de ancho; claro si la pendiente es apta, a su vez también se puede construir terrazas con mayor anchura. La finalidad de aterrizar los lotes es que el terreno quede lo más plano posible, para

poder realizar riegos. También se recomienda realizar curvas a nivel (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

#### **1.3.5.5. *Trazo de plantación***

Cuando se presenten terrenos con pendientes, se debe realizar trabajos de conservación de los suelos como, por ejemplo: bordos a nivel o terrazas, para así impedir la pérdida de suelo por erosión hídrica; para el caso de terrenos planos, se deberá proyectar líneas a los intervalos establecidos sobre el terreno preparado, para posteriormente continuar con la siembra. El trazo para la siembra se realiza con piola marcando un nivel, cinta métrica y cal, procurando de que el señalamiento quede bien marcado (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

#### **1.3.5.6. *Época de plantación***

Lo recomendable es plantar en el mes de agosto que llega la sequía ya que la planta presenta brotes tiernos en la época y tienen precio accesible, pero a la vez están propensos a la incidencia de heladas tempranas, por lo que la siembra en esta fecha es muy riesgosa. La implantación en época de lluvia no es recomendable, debido a que, al aumentar la humedad y la temperatura del suelo, se presentan condiciones propicias para el desarrollo de hongos y bacterias, las cuales ingresan a través de las heridas que sufren las pencas o cladodios durante el transporte, ocasionando que se pudran y dañando seriamente el material vegetativo (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

En las zonas donde la precipitación es menor se recomienda iniciar la labranza y siembra en los meses de marzo o abril, luego de la última helada que es a finales de febrero y principios de marzo. (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

#### **1.3.5.7. *Densidad de plantación***

Se presentan diversas opiniones en base a trabajos de campo sobre la cantidad de plantas para una hectárea. En Milpa Alta, hay plantaciones con densidades de 40 000 plantas, donde dejan 1 m entre surcos y 25 cm entre plantas; esta alta densidad tiene como finalidad obtener resultados óptimos productivos. Sin embargo, se encuentran dificultades en el manejo al crecer y cerrarse las hileras lo cual impide la cosecha, podas, deshierbes y fertilizaciones. Por esta razón se recomienda plantar a 1.23-1.30 m entre hileras y 0.40 m entre plantas, para obtener una densidad de 16 600 y 20 000 plantas por ha respectivamente (Martínez y Ferrari, 2017).

En los estados del centro-norte de México, la *Opuntia* para verdura se siembra a 10 cm entre planta y planta y 60-80 cm entre surcos (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

#### **1.3.5.8. *Plantación***

Con el material vegetativo oreado y tratado se procede a trasladarlo al terreno, al lugar donde será plantado. Es recomendable emplear una pala recta o pala jardinera para realizar un pequeño hueco donde se plantará la penca. De la penca solamente se entierra su tercera parte inferior con el fin de que en caso de exceso de humedad se pudra a esta se pueda sustituir por las 2/3 partes (como fracciones mínimas), de esta manera queda buena superficie de establecimiento y la parte que se encuentra enterrada concierne a un área suficiente para fijar la raíz y dar estabilidad a la planta (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

La dirección de las caras planas de los cladodios al plantarse es de norte a sur, estudios han identificado que de esta forma hay mayor eficiencia fotosintética y una mayor difusión de raíces (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

#### **1.3.5.9. *Labores culturales***

Para el control de malezas se debe tener claro que estas compiten con el cultivo, por luz, espacio y nutrientes del suelo, además de que impide el manejo integral de la planta cultivada y muchas de estas hospedan a plagas y enfermedades. Por esta razón, se recomienda mantener el cultivo libre de malezas. El control de estas se lo realiza comúnmente de manera manual utilizando azadón o alguna otra herramienta adecuada; es recomendable que el cultivo este totalmente libre de malezas durante todo el año en lo posible, sin embargo, por el alto costo que esta actividad representa se recomienda realizarlo entre 2-3 deshierbes en el año, ya que es durante la época de lluvias cuando prolifera las malas hierbas (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

Otra actividad para este cultivo es la fertilización con abono orgánico. En Milpa Alta, D. F. se lograron producciones elevadas de nopalitos, esto debió principalmente a las altas densidades de siembra y a la utilización de abono orgánico fresco en gruesas capas que van de 25 a 40 cm de espesor. Esta aplicación se la realizo además de la adición de nitrógeno, la incorporación de 600 u 800 ton/ha, la finalidad de esta labor es la de proporcionar nutrientes y mejorar el suelo ya que es una zona donde no existe riego. El nitrógeno es fundamental para los rebrotes y crecimiento de la planta (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

El Colegio de Posgraduados de Chapingo, realizó y recomienda la incorporación al suelo en sus 25 cm superiores de 50 a 100 ton de estiércol por hectárea. No obstante, en observaciones realizadas por los técnicos de la Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA), se ha establecido que, con la aplicación de 10 kg de estiércol de ovinos, caprinos o de bovinos, por planta se consigue una buena producción de brotes tiernos. Para una mayor uniformidad en la producción del cultivo, el estiércol puede incorporarse en dos aplicaciones: una al inicio y otra al final de la época de lluvias; esta actividad se lleva a cabo cada dos años (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

#### **1.3.5.10. Fertilización**

Para el nopal verdura se han alcanzado óptimos resultados cuando se administra 200 g de sulfato de amonio o 100 g de urea por planta, estos resultados son más favorables si el fertilizante químico se aplica junto con el abono orgánico. Se recomienda aplicarlo de 2 a 3 meses luego de establecido el cultivo y en presencia de humedad. El Colegio de Posgraduados de Chapingo recomienda aplicar la fórmula 120-100-00, es decir, 505 kg/ha de sulfato de amonio y 217 kg de superfosfato de calcio simple, dividiéndolo en dos aplicaciones: a principios y finales de la época de lluvias (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

#### **1.3.5.11. Podas**

El fin de realizar las podas es dar al cactus una correcta forma para posibilitar el manejo, obviando el espacio entre caminerías para facilitar la entrada al interior, además que las prácticas de poda permiten estimular la brotación de renuevos. Es aconsejable descartar los cladodios que se ubican en posición y ángulos inapropiados a la iluminación solar, y también aquellos que se encuentren unidos o en la base del tallo. En general, para el nopal verdura se sugiere cuatro tipos de poda: Poda de formación, sanitaria, rejuvenecimiento y de estimulación de raíces. Además se recomienda que las plantas no se les permita crecer por encima de los 80 cm (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

#### **1.3.5.12. Riego**

El nopal es una cactácea que puede desarrollarse tan solo con el agua proveniente de lluvias, en comparación a cuando se intensifica su cultivo, siendo indispensable una mayor cantidad de agua para alcanzar una mejor y mayor producción. En el nopal de verdura se necesita contar con una emisión persistente de brotes, por esta razón los requerimientos de agua también son permanentes. Para los meses ausentes de lluvias es importante implementar riegos ligeros. Preferiblemente, el cultivo debe posicionarse cerca de una fuente hídrica para administrar riegos ligeros cada 8 ó 15 días, dependiendo de los requerimientos de la plantación (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

### **1.3.6. Plagas y enfermedades**

La totalidad de cactus implantados enfrentan problemas de tipo fitosanitario provocados por diversos tipos de organismos como: ácaros, nemátodos, insectos, roedores, hongos, virus, bacterias. La Opuntia es una planta también susceptible a ser atacada por diversos fitoparásitos (Martínez y Ferrari, 2017).

Dentro de las plagas más importantes y usuales que afectan a este cultivo podemos mencionar las siguientes: el picudo barrenador (*Cactophagus spinulae* Gyll), el picudo de las espinas (*Cylindrocopturus biradiatus* Champs), el gusano cebra (*Olycella nephelepsa* Dyar), la grana o cochinilla (*Dactylopius indica* Green), el gusano blanco del nopal (*Lanifera cyclades* Druce), entre otras. Estos invasores atacan cuando se encuentran en estado larvario, por esta razón es de gran importancia determinar su ciclo biológico para mantenerlas bajo control (Martínez y Ferrari, 2017).

Un principal factor que incide en el desarrollo de esta cactácea son las enfermedades, por ello es importante tener el apoyo técnico para poder prevenirlas. Dentro de las más considerables y frecuentes están: mancha o secamiento de la penca (*Alternaria* sp.), la pudrición de la epidermis, la antracnosis, el oro del nopal, la mancha bacteriana (*Bacterium* sp.), el engrosamiento de cladodios y la negrilla, entre otros (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

### **1.3.7. Importancia socioeconómica del nopal**

La Opuntia es una especie originaria del continente americano y en la actualidad se encuentra distribuida a nivel mundial. Se la reconoce como la cactácea de mayor interés económico con 3.5 millones de ha. de nopaleras silvestres y más de 1.5 millones de ha. nopaleras sembradas, de estas el 88,39% tienen como destino a la producción de forraje, 6,25% a la producción de tuna, 4,64% a la obtención de grana de cochinilla y 0,72% a la producción de nopalitos. Actualmente, el nopal

es cultivado en más de 20 países entre los cuales destacan México, Perú y Brasil (Hernández, 2016, p.18).

### **1.3.8. Composición química del nopal**

La composición química del nopal varía en función de la especie, la época del año y edad de las raquetas. Por su propiedad adaptiva a ecosistemas áridos el nopal sin importancia del género posee bajos niveles de materia seca, valores medianos para FDN Y FDA y proteína cruda. La riqueza del nopal se encuentra en los altos niveles de carbohidratos no estructurales y materia mineral que posee (Hernández, 2016, p.22).

El nopal posee altos niveles de agua en su estructura, cabe recalcar que el elevado contenido de humedad del nopal es una característica y propiedad muy importante para las regiones áridas, pues permite atender gran parte de los requerimientos de agua de los animales, principalmente en las épocas de sequía. Por sus propiedades presentadas el nopal no puede ser suministrado a los animales como única fuente de alimentación, ya que presenta limitaciones principalmente en cuanto a proteína y fibra, no consiguiendo atender a los requerimientos nutricionales del ganado. Por lo que se hace indispensable su asociación a fuentes alimenticias ricas en proteína y fibra (Hernández, 2016, p.22).

### **1.3.9. Variedades**

Si la siembra de la noplera se va a implantar en tierras marginales o en agostadero es más recomendable emplear especies y variedades silvestres con espinas, ya que estas poseen mayor rusticidad y la existencia de espinas en sus cladodios son útiles como defensa contra el consumo no deseado por parte de animales silvestres (roedores y lagomorfos) y domésticos, los cuales en algunas situaciones pueden dañar severamente el cultivo. Estas especies por su aclimatación a condiciones poco favorables de clima y suelo, son precoces y presentan un gran desarrollo vegetativo lo cual se ve reflejado en más forraje, poseen buena resistencia a enfermedades y plagas, además su valor nutritivo es alto (Hernández, 2016, p.23).

Para condiciones de tierras marginales o agostaderos las especies más recomendables son: duraznillo (*O. leucotricha*), tapón (*O. robusta*), cuijo (*O. cantabrigiensis*), rastrero (*O. rastrera*), cacapano (*O. lindheimeri*), rastrero (*O. engelmannis*), cegador (*O. microdasys*), coyotillo (*O. azurea*), *O. phaeacanta* y cardón (*O. streptacantha*). La categoría del forraje que se obtienen de las especies silvestres se puede relacionar o comparar a la de las especies cultivadas. En general el nopal es considerado como una fuente de forraje de emergencia o de mantenimiento por su

calidad que particularmente el contenido de proteína cruda, no es tan alta como la de otros forrajes (Flores y Reveles, 2010, p.202).

### **1.3.10. *Sistemas de cosecha como fuente de forraje***

Rivera (2012, p.21), manifiesta que el uso del nopal como fuente de forraje para ganado bovino, ovino o caprino es una tradición desde años atrás en el norte de México. El cultivo de cladodios difiere desde el consumo directo por el animal en el campo hasta diversos tipos de cosecha que practican los rancheros. Las variantes observadas en las explotaciones pecuarias intensificadas son:

- ***Consumo***

Las plantas del nopal son consumidas completamente, donde se incluye las espinas por las del ganado vacuno caprino u ovino. Esta práctica es inapropiada, ineficiente y resultan daños seriosa los animales incluyendo la muerte (Rivera, 2012, p21).

- ***Despunte***

La parte superior de la penca que tiene la más alta densidad de espinas se remueve con un cuchillo, para que sea posible al animal alimentarse de las plantas. El desperdicio de cladodioses la principal desventaja (Rivera, 2012, p.21).

- ***Chamuscado***

Se expone a la planta al fuego por completo usando un quemador de gas o keroseno, lo cual permite que los animales consuman la planta hasta la base. Esta práctica es complementada con el pastoreo en el caso de los caprinos y ovinos (Rivera, 2012, p.21).

- ***Chamuscado y picado in situ***

Los cladodios son cultivados y las espinas eliminadas con quemador de gas o con leña. Luego de esto a los cladodios se los pica y se ofrece a los animales. Un caso especial es el cultivo de nopal para ofrecerse en los establos suburbanos. Las plantas se cosechan enteras y son transportadas hasta los establos para ser chamuscadas y picadas. Dependiendo del área del establo, el picado del nopal se lo realiza de forma manual o con maquinaria destinada a este fin. Absolutamente,

estos sistemas son destructores hasta cierto punto porque están basados en los nopales silvestres, por lo que deben ser moderados ya que ninguno considera la resiembra, conduciendo el agotamiento de este recurso natural (Rivera, 2012, p.21).

Una de las prácticas la cual consiste en cortar cladodios en forma extensiva, trata en chamuscar los para quitar las espinas y que el animal pueda consumirlo directamente en el campo, o picarlos en partículas pequeñas para facilitar su consumo. Estas son prácticas de cosechas más eficientes y alternativas, incluyen la cosecha de plantaciones densas, se transportan a los establos, se chamusca y pica en porciones pequeñas para alimentar a los animales (Rivera, 2012, p.21).

- ***Ensilaje***

Se permite realizar un buen ensilaje con cladodios al triturarlos con paja de avena, alfalfa con bajo grado o cualquier otro forraje, para lo cual se emplea 84 partes de la masa de cladodios más 16 partes de forraje, se complementa con melaza cuando se usan cladodios con fruta en el ensilaje, no es necesario la adición de melaza y el ensilaje se realiza de la manera tradicional (Rivera, 2012, p.23).

La fruta de la Opuntia y sus cladodios así sea de los tipos que poseen espinas, pueden ensilarse con heno de baja calidad y luego añadirlos con diferentes fuentes de proteína como: semilla de algodón o girasol y urea, y minerales importantes como el fósforo y sodio. Esto permitirá que se pueda mantener la productividad de lácteos en zonas rurales áridas y semiáridas durante los periodos de sequía (Rivera, 2012, p.23).

### **1.3.11. *Análisis bromatológico***

En la siguiente tabla se indica el análisis bromatológico de las principales especies de nopal.

**Tabla 2 – 1:** Análisis bromatológico

|                       |             | <i>Rastrera</i><br><i>Opuntia</i> | <i>Cantabrigensis</i><br><i>Opuntia</i> | <i>Lindheimeri</i><br><i>Opuntia</i> | <i>Robusta</i><br><i>Opuntia</i> | <i>ficus-indica</i><br><i>Opuntia</i> |
|-----------------------|-------------|-----------------------------------|---|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Materia</b>        | <b>seca</b> | 14.41                             | 11.86                                   | 11.57                                | 10.38                            | 11.29                                 |
| <b>Proteína cruda</b> |             | 2.78                              | 4.79                                    | 4.15                                 | 4.43                             | 3.81                                  |
| <b>Extracto</b>       |             | 0.76                              | 1.09                                    | 1.03                                 | 1.73                             | 1.38                                  |
| <b>Fibra cruda</b>    |             | 6.18                              | 3.71                                    | 3.02                                 | 17.63                            | 7.62                                  |
| <b>Cenizas</b>        |             | 40.11                             | 31.54                                   | 25.50                                | 18.59                            | 13.07                                 |
| <b>ELN</b>            |             | 43.32                             | 58.87                                   | 66.25                                | 57.61                            | 74.13                                 |

**Fuente:** (Flores y Reveles, 2010, p.203)

**Realizado por:** Paula Huacho, Geovanny. 2021

#### 1.4. El nopal en la alimentación animal

La implementación del nopal como fuente alimenticia para el animal incluye cierta tarea antes de ser dotada a los animales. Los cladodios de las Opuntias con sus espinas se los chamuscan directamente con fuego y luego se pica para ser ofrecido a los animales (Méndez, 2014, p.21).

##### 1.4.1. En porcinos

Los trabajos disponibles con referencia a la alimentación en cerdos son pocos; sin embargo, esta rama de producción animal puede ser una línea investigativa prometedora ya que se han reportado bajos niveles de glucosa sanguíneos al suministrar extracto de nopal a porcinos con diabetes inducida, además presenta un efecto desinflamatorio de compuestos aislados de nopal, hepatoprotector y antioxidante (Méndez, 2014, p.22).

##### 1.4.2. En rumiantes

En los rumiantes se ha utilizado más ampliamente las Opuntias, no se puede suministrar como única fuente de alimento, sino que es necesario complementar la dieta con ingredientes que posean en su contenido nutricional proteína, energía, minerales y fibra, para alcanzar los objetivos productivos como la engorda, ya que los animales que se alimentan como única fuente con nopal muy difícilmente alcanzaran a cubrir estos requerimientos. El consumo de nopal forrajero destinado a caprinos y ovinos oscila entre 5- 12 kg/día; mientras que en bovinos varía de 15 – 95 kg/día (Méndez, 2014, p.22).

Los nutrientes que se deben complementar en una dieta a base de nopal son:

- ***Materia o alimento secos***

Con dificultad un animal que se encuentra en un agostadero alcanzara a consumir todo lo que requiere de forraje utilizando como fuente única el nopal, ya que en promedio el 12% corresponde a materia seca y el 88% restante es agua; este problema es dificultoso cuando se busca alimentar animales jóvenes (Méndez, 2014, p.22).

- ***Proteína cruda (PC)***

El nopal dispone en promedio 4% de PC, los rumiantes como requerimiento mínimo para el correcto funcionamiento del rumen necesitan 8% de PC en su dieta diaria, los componentes alimenticios con mejores características nutricionales y costo económico para aportar los requerimientos de proteína en dietas con nopal son: la pollinaza y la harinolina; la primera es una fuente asequible de proteína, que a su vez esta se metaboliza con rapidez en el rumen y la otra con tasa de degradación lenta lo que permite mantener las condiciones para el crecimiento de microorganismos ruminales, además que sus altos niveles de fósforo suplen la ausencia que se encuentra de este mineral en el nopal, la harinolina o harina de algodón es un subproducto común empleado en combinación con el nopal, una principal característica es que tiene una degradación ruminal constante pero lenta, esto permite mantener periodos extensos de las condiciones de crecimiento de los microorganismos ruminales. Es muy importante utilizar alimentos con tasas de metabolización de proteína lenta, ya que, de utilizar alimentos de degradación rápida como la urea o la pasta de soya, la cantidad de proteína a suplementar deberá ser mayor (Méndez, 2014, p.22).

- ***Fibra o forraje parte del nopal.***

Las fibras del nopal se degradan lentamente, es conveniente regular con la incorporación de un forraje fibroso como rastrojo de maíz, paja, heno de avena o rastrojo de molienda, la velocidad a la que el nopal pasa por el rumen disminuyen la presencia de las diarreas mecánicas y aseguran también el consumo de materia seca (Méndez, 2014, p.23).

- ***Fósforo***

Es indispensable complementar la alimentación mediante fuentes con fósforo, puede ser roca fosfórica, preparados comerciales o pollinaza, ya que tiene diversas funciones primordiales en el animal, la principal se ve reflejado en la reproducción (Méndez, 2014, p.23).

- ***Sal mineralizada***

La sal debe estar en los comederos sin restricción para que los animales mantengan un balance osmótico en lo relacionado a potasio, sodio y cloro, esto con el objetivo de reducir la incidencia de diarreas mecánicas (Méndez, 2014, p.23).

#### **1.4.2.1. *En bovinos***

Para el caso de bovinos, especificando al ganado lechero en estabulación, se ha registrado consumos de nopal fresco de entre 10 y 30 kg/día, esto representa un consumo de materia seca de entre 1.2 a 3.6 kg/día. Diez años atrás, Torres (2011) reporta vacas consumiendo más del 50% de nopal en su dieta, con rangos superiores a 19kg de leche al día. Por otro lado, cuando se suministra únicamente nopal como fuente de forraje disponible, se han registrado consumos promedio de nopal fresco en vacas lecheras de 60 a 78 kg/animal/día, con consumos máximos de casi 120 kg. Se evaluó la oferta de nopal para vaconas en crecimiento, al equiparar dos grupos consumiendo una dieta a base de heno de gramíneas más un suplemento de harina de algodón (0.30 kg/animal/d) pero con y sin nopal, confirmando que el consumo de materia seca se incrementó hasta en un 40% en el grupo que consumió nopal, las ganancias diarias de peso en un lapso de 84 días fueron significativamente mayores (0.60 vs. 0.30) en las vaquillas que comieron nopal a razón de 2.5 kg MS/animal/d. los mismos autores relacionan al nopal con la alfalfa y lo consideran de similar calidad en cuanto a su digestibilidad y contenido energético (Méndez, 2014, p.24).

Además, evidenciaron que, la producción de leche aumento de 7. 1 a 11 L/d en vacas cuya dieta fue complementada con nopal. Así mismo, García Guzmán et al. (2014), sugieren que el añadir el nopal en la alimentación del ganado es una alternativa, no solo para incrementar la producción láctea en época de estiaje, sino que también mejora su calidad (Méndez, 2014, p.24).

Ortiz et al. (2011), indica que al valorar la leche cruda proveniente de vacas alimentadas con nopal presentó una mejora en la calidad microbiológica en cuanto a UFC/ml de bacterias mesófilas aerobias y organismos coliformes totales. Además, hallaron un aumento de ácidos grasos volátiles por efecto de la dieta añadida con nopal, favoreciendo a la formación de propionato (12.02 Nm), este provee entre el 25 y 55% de la síntesis de glucosa. Factor muy importante ya que la producción de lactosa sintetizada en la ubre está determinada por la cantidad de glucosa.

Para toretes de 170 a 200 kg de peso vivo que son alimentados con nopal más suplemento proteico-mineral en cantidades de 1.5 a 2.5 kg/animal/día, es factible llegar a tener ganancias

diarias en estos toretes similares a las encontradas cuando se empelan forrajes de pastoreo (600 a 800 g/animal/día). Por otro lado, manifiestan que cuando se han comparado forrajes con ensilajes de maíz con nopal, animales alimentados con nopal han mostrado igual comportamiento productivo, pero a un menor costo (Méndez, 2014, p.25).

#### **1.4.2.2. En ovinos**

Méndez (2014, p.25), menciona que ovinos alimentados con nopal en distintas concentraciones de materia seca ya sea en forma fresca, oreada o deshidratado, el consumo del agua en bebedero aumenta considerablemente al aumentar la concentración de MS en el nopal, representando el agua suministrada por el nopal el 90%, 75% y 15 %, cuando se ofreció fresco, oreado y seco, respectivamente.

El nopal incorporado en la dieta de ovinos ayuda a mejorar la ganancia diaria de peso, la conversión alimenticia, pero sobretodo los rubros por alimento. Cabe recalcar que para obtener los consumos máximos de forraje deficientes en proteína cruda (como es el nopal) resulta necesario suplementar correctamente para evitar las deficiencias de nitrógeno a los microorganismos del rumen, lo que les impediría realizar la digestión normal de la fibra (Méndez, 2014, p.26).

Principalmente la causa que restringe el consumo de nopal en los rumiantes es su alto contenido de agua (Andrade-Montemayor et al., 2011); sin embargo, frente a condiciones de sequía esto puede representar una ventaja, ya que se ha evidenciado que ovinos pueden consumir nopal fresco por varios meses sin tener que consumir agua de bebida. Para ofertar mayor cantidad de nopal y que este sea aceptado por los ovinos se recomienda deshidratar por unas horas y picarlo para poder suministrarlo en los comederos (Méndez, 2014, p.26).

Se evidencio que ovinos que consumieron nopal con diferentes porcentajes de materia seca; ya sea en forma fresca, oreada, deshidratado o en ensilaje, su consumo de agua en bebedero aumentaba considerablemente por la disminución de la concentración de agua en el nopal, representando el agua suministrada por el nopal en un 90%, 70% y 15 %. Similar comportamiento fue en los bovinos, aunque los caprinos y ovinos son más eficientes para llenar sus requerimientos de agua a partir del nopal, por dos importantes razones: las excretas de ovinos y caprinos contienen mayor materia seca, y la segunda porque consumen mayor cantidad de alimento en base a su peso vivo que los bovinos (Méndez, 2014, p.26).

Ovinos alimentados con el nopal oreado o fresco consumieron un 20 y 32 % menos materia seca, frente a ovinos recibiendo nopal deshidratado (507 g/d), se reportan de 6.5 a 11 kg/animal/día, lo que refiere a un consumo de materia seca de 0.85 a 1.4 kg/animal/día. El nopal incorporado en la alimentación de ovinos mejora la ganancia diaria de peso; así como la conversión alimenticia y reduce los costos de producción (Méndez, 2014, p.26).

Gutiérrez (2006), alimentó un rebaño de borregas Damara estabuladas paralelamente al cultivo de nopal forrajero, su objetivo fue llegar a alimentarlas a través de su ciclo reproductivo con la mayor cantidad de nopal posible, lo llevo a cabo con tres corrales de 16 animales cada uno, suministrando diariamente 150 kg de nopal fresco, es decir un consumo diario de nopal de 9 kg por animal, como resultado fue que estos animales consumen sin ningún problema dicha cantidad, pero al aumentar en 2 o 3 kg la cantidad de nopal ofrecida se observó que algunos animales presentaban diarrea (Méndez, 2014, p.26).

### **1.4.3. Variables productivas en ovinos**

Las variables de respuesta analizadas en los estudios citados fueron las siguientes:

#### **1.4.3.1. Consumo de materia seca**

Es el cálculo de la diferencia entre el alimento ofrecido y el rechazado (Paulino, 2007).

#### **1.4.3.2. Ganancia de peso**

Se determina mediante el pesaje de los animales al inicio y al final del trabajo experimental (Paulino, 2007).

#### **1.4.3.3. Conversión alimenticia**

Se calcula como el cociente entre el consumo de materia seca (Kg) y la ganancia de peso vivo (Kg) (Paulino, 2007).

### **1.4.4. Requerimientos nutricionales en ovinos**

Es indispensable conocer el estado del ciclo de producción en el que se encuentra cualquier grupo determinado de ovinos, para poder separarlos y manejarlos correctamente. Teniendo en consideración el sistema de producción que maneja el productor; la clave para maximizar los rendimientos productivos reside en alimentar para la producción, conocer en qué etapa de producción están los animales que se están alimentando y minimizar los costos de alimentación evitando la alimentación extra innecesaria (Paulino, 2007).

**Tabla 3 – 1:** Requerimiento diario de nutrientes en ovinos

| ETAPAS                              | Peso Vivo Kg. | Ganancia diaria G/día | CMS Kg./día | % peso vivo Consumo MS | TDN Kg/día | ED Mcal/día | EM Mcal/día | Proteína Cruda G/día | Calcio G/día | Fosforo G/día |
|-------------------------------------|---------------|-----------------------|-------------|------------------------|------------|-------------|-------------|----------------------|--------------|---------------|
| Mantenimiento                       | 60            | 10                    | 1.1         | 1.8                    | 0.61       | 2.7         | 2.2         | 104                  | 2.3          | 2.1           |
| Inicio gestación (1ª 15 semanas)    | 60            | 135                   | 1.6         | 2.7                    | 0.94       | 4.1         | 3.4         | 161                  | 5.5          | 3.4           |
| Final gestación (últimas 4 semanas) | 60            | 160                   | 1.7         | 2.8                    | 1.07       | 4.7         | 3.9         | 192                  | 6.6          | 3.8           |
| ltera 6 – 8 semanas lactancia       | 60            | -100                  | 2.5         | 4.2                    | 1.72       | 7.6         | 6.2         | 336                  | 9.0          | 6.4           |
| Destete muy temprano                | 10            | 200                   | 0.55        | 5.0                    | 0.4        | 2.1         | 1.7         | 157                  | 4.9          | 2.2           |
| Destete temprano                    | 22            | 250                   | 1.2         | 6.0                    | 0.92       | 4.0         | 3.30        | 205                  | 6.5          | 2.9           |
| Destete normal                      | 30            | 300                   | 1.3         | 4.3                    | 1.0        | 4.4         | 3.6         | 191                  | 6.7          | 3.2           |
| Crecimiento                         | 40            | 400                   | 1.5         | 3.8                    | 1.14       | 5.0         | 4.1         | 234                  | 8.6          | 4.3           |
| Desarrollo                          | 50            | 425                   | 1.7         | 3.4                    | 1.29       | 5.7         | 4.7         | 240                  | 9.4          | 4.8           |
| Finalización                        | >60           | 350                   | 1.7         | 3.7                    | 1.29       | 5.7         | 4.7         | 240                  | 8.2          | 4.5           |
| Semental                            | 80            | 290                   | 2.8         | 3.5                    | 1.8        | 7.8         | 6.4         | 268                  | 8.5          | 4.6           |

Fuente: (National Reserch Council, 2020)

Realizado por: Paula Huacho, Geovanny. 2021

#### 1.4.5. Características productivas, digestivas y calidad de canal de ovinos en engordaaalimentados con nopal

Al norte de México la *Opuntia leucotrichia* (OL) es abundante y cultivada intensivamente. Habitualmente los cladodios de nopal se utilizan como fuente alimenticia de emergencia para los animales durante el estiaje; sin embargo, no existe mayor información sobre el uso de Opuntias en dietas de animales en producción. En una investigación de alimentación se utilizaron cincuenta corderos Rambouillet X Dorper (10 animales por dieta) de 19±2.8 kg a los que se les asignó aleatoriamente a las dietas experimentales que contenían 0%, 10% 20%, 30% o 40% de OL en base seca (Méndez, 2014, p.65).

En el día noventa y uno se sacrificó a los animales para la evaluación de la canal y la calidad de la carne; obteniendo como resultado que la inclusión de OL mejora el rendimiento en canal, el resultado más alto se obtuvo en la dieta con 40% de OL (49.6%) comparado con (46.9%) de la dieta control. Aunque las canales de las dietas de animales alimentados con OL resultaron más livianas que las del grupo control, el rendimiento en canal fue mayor en los animales alimentados con Opuntia. En el segundo experimento cinco borregos fistulados se utilizaron para una prueba de metabolismo y digestión; el resultado que se presentó en cuanto a la digestibilidad de los ovinos fue similar estadísticamente en MS, MO, FDN y FDA, la explicación de esto es por la

inclusión de mayores cantidades de harina de pescado en la dieta con 40% de OL, esto aumentaría la digestibilidad de la PC de la dieta. Por otro lado, se registró una digestibilidad mayor en la PC en los animales con dietas de 40% de opuntia. El consumo de materia seca fue significativamente mayor para 0% (1344 g d-1) seguido de 10% (1153), 20% (1098), 30% (955) y 40% (982) de OL en la dieta. La ganancia de peso por día también presentó diferencias significativas entre las dietas (329 g d-1, 227, 212, 185 y 253, respectivamente). La conversión alimenticia fue mayor en la dieta al 20% (5.2) seguida por 30% (4.5), 10% (4.3), 40% (4.1) y 0% (4.1). El rendimiento en canal fue mayor conforme se incrementó el nivel de OL. El consumo de agua fue de (3.8 l d-1, 3.3, 2.1, 1.3 y 0.8, respectivamente) disminuyendo al incrementarse el nivel de OL (Méndez, 2014, p.65).

En cuanto a la digestibilidad de la proteína cruda resultó mayor la dieta al 40% (72%) que en el resto de los niveles. El Ph ruminal presentó un promedio de 6.1 y amoníaco de 13.8 mg dl-1, siendo similares entre los tratamientos. La inclusión de OL en la alimentación de ovinos en engorda es una buena alternativa para los sistemas de producción donde este recurso está disponible (Méndez, 2014, p.66).

La inclusión de *Opuntia leucotrichia* en la nutrición de ovinos de engorda soporta parámetros productivos y coeficientes de digestibilidad de nutrientes razonables. (Méndez, 2014, p.66).

## CAPÍTULO II

### 2. METODOLOGÍA

#### 2.1. Búsqueda de información bibliográfica

El presente estudio es de tipo teórico descriptivo. La ruta metodológica que se ha seguido comprendió básicamente cuatro momentos: búsqueda, organización, sistematización y análisis de documentos electrónicos sin restricción de idioma, relacionados con el tema dietas a base de nopal para ovinos de carne. Con el propósito de cumplir con los objetivos propuestos, la investigación se centró en una selectiva revisión bibliográfica, y un profundo análisis crítico de los datos obtenidos relacionados con los parámetros del estudio. Para la localización de los documentos se utilizaron varias fuentes documentales mediante internet con la ayuda del buscador “Google académico” utilizando las bases de datos de los repositorios de trabajos de titulación de universidades de México como: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Universidad de Guanajuato, Universidad Autónoma Chapingo, Universidad Autónoma de Querétaro, Universidad Autónoma de Nuevo León. A su vez se utilizó bases de datos de revistas como: Revista de Salud Pública y Nutrición Edición Especial 5-2011, Revista de Investigación Científica Universidad Nacional de Tumbes-Perú, Revista de Investigación de la Universidad De La Salle Bajío, Revista de Geografía Agrícola núm. 63.

Como criterios de búsquedas incluyen los siguientes descriptores: “Opuntia”, “razas ovinas de carne”, “nopal”. Estas palabras claves fueron combinadas de diversas formas al momento de la exploración con el objetivo de ampliar los criterios de búsqueda. Los registros obtenidos oscilaron entre 30 y 40 tras la combinación de las diferentes palabras claves.

Gran parte de la información cualitativa y cuantitativa que componen la siguiente investigación proviene de diversas fuentes, tanto primarias como secundarias tales como: artículos científicos, revistas, tesis, documentos electrónicos y se completó la búsqueda con la lectura y rastreo de bibliografía referenciada en los documentos seleccionados, con el fin de proporcionar una buena base y una visión global del tema, los cuales fueron priorizados según la jerarquía de evidencia científica.

### 2.2.1. Criterios de selección

Para el análisis de los documentos se establecieron algunos criterios de selección, los cuales fueron de utilidad para la recolección de información que se utilizó durante el proceso de la investigación, por lo cual se planteó los siguientes parámetros: información con un nivel de validez alto es decir que estas se encuentran en formatos reconocidos y mejor valorados académicamente como lo son revistas, artículos científicos, tesis y documentos científicos donde un 90% de información pertenecen a los últimos cinco años y el 10% corresponde a los años anteriores, en idiomas tanto en español como en inglés y en lo referente al ámbito geográfico se centró en países como México, Perú y Brasil, además de tomar en cuenta documentos fácilmente accesibles con información de calidad. Como criterios de búsquedas incluyen los siguientes descriptores: “Opuntia”, “razas ovinas de carne” “nopal”. Estas palabras claves fueron combinadas de diversas formas al momento de la exploración con el objetivo de ampliar los criterios de búsqueda. Los registros obtenidos oscilaron entre 30 y 40 tras la combinación de las diferentes palabras claves.

Al realizar la búsqueda de los documentos, en cada una de las bases de datos, se preseleccionaron varios artículos y documentos de los cuales se escogió aquellos que se encontraron con más relación de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión. Hay que mencionar que no se tomaron en consideración para el análisis aquellos documentos que no cumplen con la información adecuada. Las estrategias de búsqueda se detallan a continuación:

- ✓ El nopal “Opuntia” para la alimentación animal
  - Méndez (2014): Utilización de opuntias en la alimentación de animales domésticos,
  - Portal veterinario (2020): Utilización de paletas de tuna en la alimentación de rumiantes,
  - Flores et al. (2019): Semi-solid fermentation of nopal (*Opuntia spp*) for use as an animal protein supplement,
  - Sánchez et. (2017): Evaluation of the fortress capacity of *Opuntia Ficus*,
  - López (2011): Uso y manejo del nopal forrajero en el noreste de México,
  - Nogues (2010): Revalorización del cultivo de la tuna forrajera (*Opuntia ficus indica*) una alternativa de uso múltiple para las zonas áridas y semiáridas,
  - Hernández (2016): Caracterización del nopal forrajero
  
- ✓ Razas ovinas de carne
  - Martínez y Ferrari (2017): Producción y manejo de oveja Santa Inés,

- Verdoljak et al. (2018): Raza deslanada Dorper en el Norte de Corrientes, Gonzales (2017): Raza ovina Pelibuey,
  - Pastorelli (2013): Biotipos y razas ovinas,
  - Sánchez (2012): Características reproductivas en la raza Katadhin
- ✓ Dietas con nopal para ovinos
- Castillo (2013): Evaluación de la inclusión de nopal (*Opuntia ficus indica*) en combinación de enzima celulasa sobre la respuesta productiva en ovinos,
  - Rivera (2012): Suplementación de Ovinos con Ensilaje de Nopal (*Opuntia spp.*) Adicionado con Melaza y Urea,
  - Costa et al. (2012): Consumo de Agua de Ovinos Alimentados con Diferentes Niveles de Nopal (*Opuntia ficus indica*) en Brasil,
  - Córdova et al. (2014): Performance of the Santa Inês Sheep Breed Fed Spineless Cactus and Water Restriction,
  - Mejía et al. (2011): Efectos de la suplementación con bloques multinutricionales abase de nopal fermentado sobre la ganancia de peso de ovinos en crecimiento.

### **2.2.2. Métodos para sistematización de la información**

En el presente trabajo de investigación se hizo uso de tablas y gráficos en donde se colocó la información sistematizada e importante que fue fundamental para la realización de los resultados discusiones y conclusiones

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS DE INVESTIGACIONES Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Investigaciones en ovinos alimentados con dietas a base de nopal

A continuación, se presenta la tabla con los parámetros de las 5 investigaciones citadas.

**Tabla 1 – 3:** Parámetros de las investigaciones citadas.

| PARÁMETROS DE LAS INVESTIGACIONES CITADAS | AUTORES                      |                        |                      |                              |                              |
|---|------------------------------|------------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------|
|   | Fabiola Méndez (2014)        | Karina Castillo (2013) | Alonso Rivera (2012) | Costa et al. (2012)          | Bazurto et al. (2014)        |
| LUGAR                                     | Zacatecas - México           | Coahuila - México      | Coahuila - México    | Paraíba - Brasil             | Yucatán - México             |
| TEMPERATURA PROMEDIO                      | 20° C                        | 19.7° C                | 19.7° C              | 26° C.                       | 25° C                        |
| NUMERO DE ANIMALES                        | 50 corderos                  | 15 hembras             | 20 hembras           | 45 machos                    | 25 machos                    |
| RAZA                                      | Rambouillet x Dorper         | Criolla x Poll Dorset  | Dorper               | Santa Inés                   | Dorper                       |
| ETAPA PRODUCTIVA                          | Destete temprano de corderos | Mantenimiento          | Mantenimiento        | Destete temprano de corderos | Destete temprano de corderos |
| SISTEMA DE PRODUCCION                     | estabulado                   | estabulado             | estabulado           | estabulado                   | estabulado                   |

Fuente: Compilación de trabajos de varios autores citados (El autor, 2021).

Realizado por: Paula Huacho, Geovanny. 2021

#### 3.1.1. Análisis de las variables productivas

Las variables analizadas en las diferentes investigaciones fueron las siguientes:

- Consumo diario de materia seca (CDMS)
- Ganancia diaria de peso (GDP)
- Conversión alimenticia (CA)

En la siguiente tabla se indica la comparación de la variable consumo de materia seca en cinco dietas a base de nopal.

**Tabla 2 – 3:** Comparación de la variable consumo diario de materia seca

| <b>Variab<br/>les</b>   | <b>MVZ.<br/>Fabiola<br/>Méndez<br/>(2014)</b> | <b>Karina Castillo<br/>(2013)</b>   | <b>Alonso<br/>Rivera<br/>(2012)</b>  | <b>Costa et<br/>al.<br/>(2012)</b>  | <b>Bazurto et<br/>al.<br/>(2014)</b>  |
|---|---|---|--|---|---|
| <b>Dieta</b>  | 10 %<br>de<br>nopal<br>en<br>base<br>seca     | 13% nopal en combinación con<br>enzima celulasa+dieta<br>base(forraje,maíz,<br>sorgo,soya,harinolina,calcio,me<br>laza) | 10% ensilaje<br>denopal<br>adicionado<br>con melaza y<br>urea<br>+ dieta<br>base(heno<br>triticale,ensil<br>ajede maíz | 25% de<br>nopal en<br>sustitución<br>al maíz +<br>dieta<br>base(salva<br>dode trigo,<br>pasta de<br>soya, sales<br>minerales) | 25% Ensilaje<br>de nopal y<br>vaina de<br>mezquite+<br>concentrado(gr<br>anode sorgo,<br>pasta de soya) |
| <b>Consu<br/>mo<br/>diario<br/>de<br/>materia<br/>seca<br/>(kg/d)</b> | 1.15  | 1.13  | 1.09   | 1.<br>43  | 1.<br>0<br>1  |

**Fuente:** Compilación y evaluación de resultados (El autor, 2021)

**Realizado por:** Paula Huacho, Geovanny. 2021

De acuerdo con los factores dependientes del consumo de materia seca tenemos los del animal y de los alimentos. Por lo que basándonos en el requerimiento diario de nutrientes para ovinos que establece la NRC, analizando los 5 estudios citados con referencia a la variable productiva consumo de materia seca, únicamente el de Méndez (2014), Castillo (2013) y el de Costa et al. (2012) cumplen con el requerimiento de MS. para sus animales.

En el estudio de Méndez (2014) al incorporar un 10% de nopal a la dieta de corderos de raza Rambouillet x Dorper con un peso promedio de 19 kg. se requiere suministrar diariamente 0.55 a 1.2 kg de MS. cumpliendo así con el requerimiento para la etapa de destete temprano con 1.15kg de MS. en su dieta.

Castillo (2013) al aspergear enzima celulasa sobre el nopal obtiene 1.13 kg de MS. en su dieta para hembras de 1 año 6 meses de raza criolla, cumpliendo con el requerimiento de 1.1 kg/día de MS. que es el valor que establece la NRC para la etapa de mantenimiento.

Costa et al. (2012) sustituyó al maíz por el nopal en 0, 25, 50, 75 y 100 % en materia seca, con una fuente de fibra que es el tifton (gramínea) triturado y mezclado con los demás ingredientes de la dieta (salvado de trigo, pasta de soya, maíz molido y sales minerales), presentado como

mejor resultado al sustituir el maíz por nopal en un 25% aportando 1.43 kg/día de MS. a la dieta de su estudio que fue suministrada a 45 machos de la raza Santa Inés con un peso promedio de 27,35 kg, con lo cual este valor cumple el requerimiento de la NRC de 1.2 kg/día de MS para la etapa de destete temprano.

Sin embargo, los estudios de Rivera (2012) y Bazurto et al. (2014) no cumplen con el requerimiento diaria de MS. establecido por la NRC, ya que Rivera (2012) en su estudio con su dieta ensilaje de nopal adicionado con urea y melaza (0.320kg) más ensilaje de maíz (2.40kg) y heno de tritcale (0.560) llega a aportar a las 20 hembras cruce Dorper de su estudio 1, 09 kg/día de MS, necesitando aun 0.41 kg para alcanzar el 1.5 kg/día de MS. que establece la NRC para la etapa de crecimiento. De igual manera Bazurto et al. (2014) en su estudio de 25% ensilaje de nopal y vaina de mezquite y 75 % ensilaje de maíz más el concentrado que fue el 45 % de la dieta dio como resultado 1.01kg/día de MS. aportada a 25 machos cruce Dorper de 21,3 kg de peso promedio, lo cual no cubre el requerimiento de 1.2kg/día de MS. para la etapa de destete temprano.

En la tabla subsiguiente se indica la comparación de la variable ganancia de peso, en gramos/día en 5 dietas a base de nopal.

**Tabla 3 – 3:** Comparación de la variable ganancia de peso gramos/día

| <b>Variab<br/>les</b>                | <b>MVZ.<br/>Fabiol<br/>a<br/>Ménde<br/>z<br/>(2014)</b> | <b>Karina Castillo (2013)</b>  | <b>Alonso Rivera<br/>(2012)</b>   | <b>Costa et al.<br/>(2012)</b>   | <b>Bazurto et al.<br/>(2014)</b>  |
|--------------------------------------|---|--|---|--|---|
| <b>Dieta</b>                         | 10 %<br>de<br>nopal                                     | 13% nopal en combinación con<br>enzima celulasa+dieta<br>base(forraje, maíz,<br>sorgo,soya,harinolina,calcio,mel<br>aza) | 10% ensilaje<br>de nopal<br>adicionado<br>con melaza y<br>urea + dieta<br>base(heno<br>triticale,ensila<br>je de maíz | 25% de<br>nopal en<br>sustitución<br>al maíz +<br>dieta<br>base(salva<br>do de trigo,<br>pasta de<br>soya, sales<br>minerales) | 25% Ensilaje de<br>nopal y vaina de<br>mezquite+<br>concentrado(gra<br>no de sorgo,<br>pasta de soya) |
| <b>Gananci<br/>a de<br/>Peso g/d</b> | 254   | 238  | 99.6  | 242  | 250   |

**Fuente:** Compilación y evaluación de resultados (El autor, 2021)

**Realizado por:** Paula Huacho, Geovanny. 2021

Para la variable ganancia de peso/día, de los cinco estudios citados, solamente el de Costa et al. (2012) no cumple con los requerimientos establecidos por la NRC para machos en etapa de destete temprano donde se necesita tener una ganancia día de 250 gramos, esto se debe a que su dieta de

nopal en sustitución al maíz molido en un 25% puede resultar económica, pero al mismo tiempo no cumple con el requerimiento nutricional.

En la dieta de Méndez (2014) reporta la ganancia de peso más alta con 254 g/día en comparación con las otras dietas cumpliendo así con el requerimiento que establece la NRC para corderos en la etapa de destete temprano, esto se debe que a más del suministro del 10% de nopal se alimentaba con 4.8% de harina de pescado a los ovinos, es decir necesariamente se necesita una fuente proteica alterna para obtener mejores resultados en esta variable productiva.

Bazurto et al. (2014) refleja una ganancia similar con un peso de 250g/día en su dieta de ensilaje de nopal y vaina de mezquite correspondiente a un 55% mientras que el 45% restante es a base de concentrado (grano de sorgo, pasta de soya, granos secos de destilería, sebo, minerales y urea) siendo esta la razón por la cual se tiene una ganancia de peso diaria considerable, ya la vez cumpliendo con el requerimiento que establece la NRC para corderos en etapa de destete temprano.

Castillo (2013) presenta una ganancia de peso de 238 g/día en su dieta de nopal en combinación con enzima celulasa, lo cual refleja que la adición de esta enzima ayuda en el metabolismo de la fibra de la dieta, y a su vez cumple con el requerimiento establecido por la NRC para hembras en etapa de mantenimiento donde se necesita una ganancia de peso de 10g/día.

De acuerdo a Rivera (2012), reporta un valor de 99,6 g/día en cuanto a la ganancia de peso, debido a la composición de la dieta que utiliza, donde en su ensilaje el nopal es la principal fuente y como aditivos utiliza melaza y urea, obteniendo el valor más bajo para ganancia de peso en comparación a los demás estudios, sin embargo este valor cumple con el requerimiento establecido por la NRC para hembras en la etapa de mantenimiento donde se necesita una ganancia de peso de 10g/día, sin embargo hay que tomar en cuenta que debido a que el nopal en su mayoría está compuesto por agua y posee un 4% de PC, alcanzando un 6,93% de PC en ensilaje de nopal más urea y melaza, sigue siendo un valor todavía bajo al del requerimiento estándar de 8% de PC para el buen funcionamiento del rumen, el cual se refleja en la ganancia de peso del animal, por lo que este ensilaje solo se recomendaría suministrar a ovinos en etapa de mantenimiento.

En la tabla 4 – 3 se indica la comparación de la variable conversión alimenticia en kilogramos de alimento consumido/kilogramos de peso, en cinco dietas a base de nopal.

**Tabla 4 – 3:** Comparación de la variable conversión alimenticia Kg alim. Consum. / Kg W.

| <b>VARIABLES</b>                                       | <b>MVZ. Fabiola Méndez (2014)</b> | <b>Karina Castillo (2013)</b>   | <b>Alonso Rivera (2012)</b>   | <b>Costa et al. (2012)</b>   | <b>Bazurto et al. (2014)</b>  |
|--|-----------------------------------|---|---|--|---|
| <b>Dieta</b>   | 10 % de nopal                     | 13% nopal en combinación con enzima celulasa+dieta base(forraje, maíz, sorgo,soya,harinolina,calcio,melaza) | 10% ensilaje de nopal adicionado con melaza y urea + dieta base(heno triticales,ensilaje de maíz) | 25% de nopal en sustitución al maíz + dieta base(salvado de trigo, pasta de soya, sales minerales) | 25% Ensilaje de nopal y vaina de mezquite+ concentrado(grano de sorgo, pasta de soya) |
| <b>Conversión alimenticia a kg alimento cons./kg W</b> | 4.5                               | 5.50  | 10.94   | 7.87   | 3.85  |

Fuente: Compilación y evaluación de resultados (El autor, 2021)

Realizado por: Paula Huacho, Geovanny. 2021

Para la variable conversión alimenticia el mejor resultado es el de Bazurto et al. (2014) que es de 3.85; que significa que por cada 3.85 kilogramos de alimento consumido el animal gana 1 kilogramo de peso vivo, esto se debe en cuanto a que la dieta que proporcionó durante 37 días a ovinos de raza Dorper estabulados, fue un 45% de concentrado (grano de sorgo, pasta de soya, granos secos de destilería, sebo, minerales y urea; 20.0% PC y 2.9 Mcal EM/kg) y el 55% restante corresponde a la proporción de ensilaje (75% EM + 25%ENV), suministrando a los animales como ya se menciona alimentos de gran calidad nutricional. El siguiente valor con buen resultado en conversión alimenticia es el de Méndez (2014) con 4.5, lo que quiere decir que por cada 4.5 kilogramos de alimento consumido el animal gana 1 kilogramo de peso vivo; sin embargo, el costo de esta dieta es accesible para el productor y mucho más en épocas donde no se cuenta con el acceso a alimento. Para el resultado de 5.50 por parte de Castillo (2013) en su dieta de nopal en combinación con enzima celulasa nos dice que por cada 5.50 kilogramos de nopal donde se aspergea enzima celulasa en un 13%, se obtiene 1 kilogramos de peso vivo, denotando que la combinación de esta enzima con el nopal no mejora la productividad de los animales, pero ayuda a la metabolización de la fibra del mismo. De acuerdo con el resultado de 7.87 para conversión

alimenticia por parte de Costa et al. (2012) en su dieta de 25% de nopal en sustitución al maíz, donde los ovinos de la raza Santa Inés al ser animales productores de carne requieren de alimento proteico y energético para convertirlo en peso vivo y esto se refleja en esta conversión alimenticia donde por cada 7.87 kilogramos de alimento consumido, el animal obtiene 1 kilogramo de peso vivo, sin embargo el objetivo de esta investigación fue determinar si el añadir nopal a la dieta de los animales disminuía el consumo de agua, lo cual se confirmó en este estudio a pesar de que las variables productivas como en este caso conversión alimenticia no fueron favorables. De acuerdo con Rivera (2012) en su estudio de ensilaje de nopal adicionado con melaza y urea con una conversión alimenticia de 10.94; nos quiere decir que por cada 10.94 kilogramos de alimento consumido, el animal obtiene 1 kilogramo de peso vivo siendo este el dato menos favorecedor con respecto a los estudios de los demás autores, la causa de este valor no económicamente productivo se puede deber a que diariamente se suministraba a los ovinos la cantidad de 320 gramos de ensilaje de nopal más melaza y urea, sin embargo el contenido proteico mejoro de un 4% a casi 7% por la adición de la urea pero la cantidad empleada de ensilaje en la dieta era mínima.

El clima es un factor extrínseco que afecta en la eficacia de una dieta; ya que provoca cambios en el metabolismo normal del animal, como por ejemplo en climas fríos el animal para poder mantener su temperatura corporal habitual su organismo pone en primer lugar la sobrevivencia que la producción, por lo cual los nutrientes presentes en la dieta que el animal consume serán usados en gran parte para sobrevivir, mientras que los aportes de nutrientes para la producción serán menores. Este fenómeno por ende influirá al momento de evaluar la efectividad de una dieta, sin embargo, en los cinco estudios citados anteriormente el factor clima es irrelevante ya que los animales estuvieron alojados en jaulas metabólicas dónde existe un ambiente controlado y el clima no tendrá ninguna influencia en los animales.

## CONCLUSIONES

El nopal es una buena opción alimenticia para la ovinocultura en zonas áridas y secas, suministrado ya sea en pastoreo, ensilaje, o cortando los cladodios y chamuscando las espinas para luego picar en pedazos pequeños para ofrecer al animal; sin embargo, se debe considerar el alto contenido de calcio que posee, para formular la dieta que tenga una relación Ca:P de 2 a 1.

En la dieta de los ovinos de carne, el nopal puede sustituir a otros alimentos como el maíz a razón de 10% a 25%, sin embargo, se recomienda aspergear enzima celulasa para mejorar el metabolismo.

Las dietas a base de nopal complementadas con enzima celulasa, o con otras fuentes de alimentos nutritivos como el maíz, la vaina de mezquita permite alcanzar ganancias de peso y conversiones alimenticias razonables en el destete temprano de corderos.

## **RECOMENDACIONES**

Utilizar el nopal como fuente alternativa de alimento para ovinos de carne en zonas desérticas donde el recurso forrajero e hídrico es limitado debido a que es una fuente alimenticia económica que permite ganancias de peso razonables.

Implementar cultivos de nopal en zonas árida, y en las que ya existen tecnificar el cultivo debido a que es una interesante fuente de alimentación animal y de generación de recursos económicos.

## BIBLIOGRAFÍA

**ANIMAL, Producción.** *Manual de ovinos* [en línea]. Buenos Aires-Argentina: Guillermo Alejandro Bavera, Méd. Vet. U.B.A, 2010 [Consulta: 18 noviembre 2020]. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_ovina/produccion\\_ovina/146-MANUAL\\_DE\\_OVINOS.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/146-MANUAL_DE_OVINOS.pdf).

**BASURTO, R. et al.** "EVALUATION OF SILAGE MADE OF NOPAL PADDLE AND MESQUITE PODS TO GROW SHEEP IN PENS". Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias [en línea], 2014, (Mexico) 50(1) p. 2. [Consulta: 30 enero2021]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/267029101>.

**COSTA, R. et al.** "Consumo de agua de ovinos alimentados con diferentes niveles de nopal (*Opuntia Ficus Indica*) en Brasil". UCO Digital [en línea], 2012 (España) 61(234) pp. 301-304. [Consulta: 30 enero 2021]. Disponible en: <https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/10297>.

**EL NOGAL, Granja.** *Katahdin*. [blog]. 2013 [Consulta: 21 noviembre 2020]. Disponible en: <http://granjaelnogal.blogspot.com/2013/05/katahdin.html>.

**EN SEGUNDOS, Diario.** "El cactus, el alimento del futuro, según la FAO". En Segundos Panamá [en línea], 2017 (Panamá). [Consulta: 21 noviembre 2020]. Disponible en: <https://ensegundos.com.pa/2017/11/30/el-cactus-el-alimento-del-futuro-segun-la-fao/>.

**FAO.** "Nopal". [en línea], 2020. [Consulta: 18 noviembre 2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/traditional-crops/cactuspear/es/>.

**FLORES, Miguel. & REVELES, Manuel.** "Producción de nopal forrajero de diferentes variedades y densidades de plantación". Revista Salud Pública y Nutrición [en línea], 2010, (México) 5(2010) pp. 198-210. [Consulta: 21 noviembre 2020]. ISSN 1870-0160. Disponible en: <http://respyn2.uanl.mx/especiales/2010/ee-05-2010/documentos/17.pdf>.

**GARZA, R.** "Uso de pelibuey mejorado para incrementar la productividad de los rebaños ovinos en el norte de Tamaulipas". Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias INIFAP [en línea], 2015, (México). [Consulta: 21 noviembre 2020]. Disponible en: <http://inifapcirne.gob.mx/Eventos/2016/PELIBUEYMEJORADO.pdf>.

**GENESCOL.** *Ovino de raza Santa Inés* [blog]. [Consulta: 21 noviembre 2020]. Disponible en: <http://blog.genescol.com/2016/10/11/ovino-de-raza-santa-ines-2/>.

**GONZALEZ, K.** *Pelibuey una raza ovina* [blog]. [Consulta: 19 noviembre 2020]. Disponible en: <https://zoovetespasion.com/ovinos/razas-de-ovinos/raza-ovina-pelibuey/>.

**HERNÁNDEZ, A.** Caracterización del nopal forrajero [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, México. 2016. pp. 16-23 [Consulta: 18 noviembre 2020]. Disponible en: [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7934/T20738HERNANDEZ ROSAS%20ARMANDO MON.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7934/T20738HERNANDEZ%20ARMANDO%20MON.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO.** *El Nopal*. [blog]. [Consulta: 18 noviembre 2020]. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/71/nverdura.html>.

**MARTÍNEZ, Gerardo. & FERRARI, Christian.** *Producción y manejo de oveja Santa Inés*. [blog]. [Consulta: 19 noviembre 2020]. Disponible en: <https://inta.gob.ar/noticias/produccion-y-manejo-de-oveja-santa-ines>.

**MÉNDEZ, F.** Utilización de opuntias en la alimentación de animales domésticos [en línea] (Trabajo de Titulación) Universidad Autónoma de Nueva León, Nuevo León, México. 2014. pp. 16-65. [Consulta: 18 noviembre 2020]. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/4067/1/1080253556.pdf>.

**MESTRA, L. et al.** "Caracterización técnica y económica de la producción de carne ovina en Córdoba, Colombia". Dialnet [en línea], 2019, (Colombia) 30(1), pp. 871-884. [Consulta: 18 noviembre 2020]. ISSN 1021-7444. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7128713>.

**MÉXICO, G.** *Nopal, planta que documenta la historia de México*. [blog]. [Consulta: 18 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/nopales-previo?idiom=es>.

**MONDRAGON, C.** *Cactus (Opuntia spp.) as Forage* [blog]. [Consulta: 18 noviembre 2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y2808s/y2808s00.htm>.

**NATIONAL RESEARCH COUNCIL.** *Manejo y alimentación de ovinos* [blog]. [Consulta: 18 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.engormix.com/ovinos/articulos/manejo-alimentacion-ovinos-t27077.htm>

**NEFZAOU, Ali. & SALEM, Hichem.** *Opuntia forraje estratégico y herramienta eficiente para combatir la desertificación en la región wana.* [blog]. [Consulta: 18 noviembre 2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y2808s/y2808s0c.htm>.

**FAO.** *Perspectivas Agrícolas 2019 -2028* [blog]. [Consulta: 18 noviembre 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1787/7b2e8ba3-es>.

**PASTORELLI, V.** *Biotipos y razas ovinas* [en línea]. La Plata-Argentina pp. 1-14. [Consulta: 18 noviembre 2020] Disponible en: [https://www.academia.edu/28644258/Biotipos\\_y\\_Razas\\_Ovinas](https://www.academia.edu/28644258/Biotipos_y_Razas_Ovinas).

**PAULINO, J.** *Manejo y alimentación de ovinos* [blog]. [Consulta: 18 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.engormix.com/ovinos/articulos/manejo-alimentacion-ovinos-t27077.htm>

**RIVERA, A.** Suplementación de Ovinos con Ensilaje de Nopal (*Opuntia spp.*) adicionado con Melaza y Urea [en línea] (Trabajo de Titulación). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Coahuila, México. 2012. p. 38. [Consulta: 19 noviembre 2020]. Disponible en: [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4853/T19569\\_RIVERA\\_SUAREZ%2C\\_ALONSO\\_L.\\_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4853/T19569_RIVERA_SUAREZ%2C_ALONSO_L._TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**SÁNCHEZ, S.** Importancia de las razas Katahdin y Dorper en la ganadería ovina de pelo en México [en línea] (Trabajo de Titulación). Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Agronomía. 2012. p.7. [Consulta: 19 noviembre 2020]. Disponible en: <https://ninive.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/3434/IAZ1IMP01201.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Las ovejas Katahdin son resistentes, excepcional y tienen crías fácilmente.>

**VERDOLJAK, J. et al.** *Raza deslanada Dorper en el Norte de Corrientes* [blog]. [Consulta: 19 noviembre 2020]. Disponible en: <https://ruralnet.com.ar/raza-deslanada-dorper-en-el-norte-de-corrientes/>.